GUÍA BÁSICA PARA LA IDENTIFICACION DE MINERALES Y ROCAS EN INGENIERIA

2 IDENTIFICACION DE MINERALES

Los minerales se identifican de acuerdo con las siguientes características: Brillo o lustre, Color, Color de la Raya, Dureza Relativa, Clivaje, Fractura, Solubilidad en Ácidos, Peso Específico y otras como Diafaneidad, Maleabilidad, Elasticidad etc.

2.1 Brillo o lustre

Según el aspecto del mineral frente a la luz reflejada en su superficie. Se describe como vítreo, perlado, sedoso etc.

2.2 Color

Muy pocos minerales poseen un color característico (ejemplo: la clorita siempre es verde oscuro); por lo general el color observado es debido a impurezas, así, el cuarzo puro es incoloro, pero por lo general se observa con colores gris, blanco o rosado.

2.3 Color de la Raya

Cuando se practica una traza con un mineral, sobre una placa áspera de porcelana, quedan adheridas pequeñas partículas de éste, cuyo color es el característico del mineral. Ejemplos: la raya del cuarzo, la calcita y la mica es incolora; la de la hematita es roja y la de la limonita, es castaño.

2.4 Dureza Relativa

Sedefine como la aptitud de los minerales (también las rocas) a dejarse rayar o penetrar por algún objeto. Los geólogos han establecido una escala de 1 a 10 denominada Escala de Mohs de Dureza según la cual un mineral se deja rayar de los de mayor jerarquía o raya a los de inferior jerarquía. (Tabla 2)

Tabla 2 Dureza relativa de Mohs

Talco	1	Ortoclasa	6
Yeso	2	Cuarzo	7
Calcita	3	Topacio	8
Fluorita	4	Corindón	9
Apatito	5	Diamante	10

Con respecto a la dureza los minerales se pueden clasificar de acuerdo con la siguiente escala comparativa como se muestra en la Tabla 3.

No debe confundirse la dureza, con la abrasividad, esta última propiedad referida al desgaste que produce un mineral sobre otro mineral u otro objeto por fricción, si bien, los minerales

más duros son por lo general más abrasivos. El cuarzo es el mineral más abrasivo y por eso las brocas que se usan en perforación son de materiales más duros como corindón o diamante.

Tabla 3 Dureza comparativa

MATERIALES		DUREZA
Muy blandos	Se rayan con la uña	2.5
Blandos	Se rayan con el cobre (moneda)	3.0
Duros	Se rayan con el acero (navaja)	6.5
Muy duros	No se rayan con el acero (navaja)	>6.5

Por otra parte, la dureza se considera como una prueba índice de resistencia en geotecnia, lo cual es apropiado, si se tiene en cuanta que, tal como se determina, muestra la relativa facilidad para separar las partículas minerales de una roca, lo cual está íntimamente ligado con su resistencia.

2.5 Clivaje

Se dice que un mineral presenta clivaje, cuando rompe a lo largo de superficies de debilidad planas, paralelas a las caras cristalinas. Así, la mica, presenta un plano de clivaje perfecto y rompe en laminillas delgadas, elásticas.

2.6 Fractura

Otros minerales ofrecen fracturas irregulares, independientes de su arreglo cristalino: Concóidea, (como una concha), en el cuarzo o desigual, en la Hematita.

2.7 Densidad

Los minerales con abundante Ca, Fe y Mg son más densos que los que contienen bastante Sílice, sodio y potasio.

2.8 Efervescencia en ácidos

Algunos minerales como la calcita efervecen en presencia de ácidos diluidos.

2.9 Otras Características

Algunos minerales presentan características particulares de diafaneidad, elasticidad y otras, que ayudan también a identificarlos.

3. CLASIFICACIÓN

En la clasificación de los minerales se debe hacer diferencia en primer lugar entre los minerales formadores de rocas o minerales petrogenéticos y los restantes minerales entre los cuales se deben destacar por su interés en ingeniería los minerales de alteración como los minerales arcillosos y las micas hidratadas.

3.1 Silicatos

3.1.1 Grupo Silicatos (Petrogenéticos)

Constituyen combinaciones sílice y oxígeno con cationes metálicos (Ca^{+2}, Na^{+}, K^{+}, Mg^{+2},, Fe^{+2}, Fe^{+3}, A^{+3},) , en diferentes proporciones. Su unidad básica estructural es el tetraedro de sílica, presente en el 90% de los minerales de la corteza terrestre. (Figura 3). Este tetraedro está conformado por un pequeño ión de silicio (radio atómico 042 Amstrong), rodeado en la forma más densa posible por 4 iones grandes (Radio Atómico 1,32 Amstrong) de oxígeno. Los iones de oxígeno aportan una carga eléctrica de + 4, con lo cual el tetraedro posee una carganeta de $(SIO_4)^{-4}$ Algunos silicatos están conformados por tetraedros individuales que alternan con iones metálicos positivos. En otros, los tetraedros se unen en cadenas, placas, o estructuras tridimensionales, para constituir diferentes tipos de silicatos ferromagnesianos y no ferromagnesianos. En conjunto con la sílica, estos minerales dan lugar originalmente a las rocas ígneas.

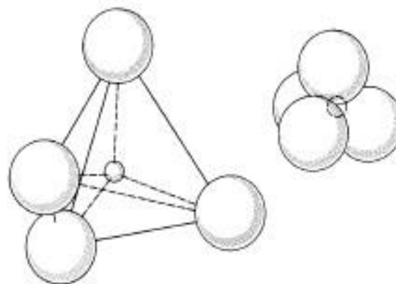


Figura 3 Tetraedro de sílica

3.1.1.1 Subgrupo SILICA: Cuarzo, Opalo, Calcedonia

La sílica (sílice) constituye la unidad fundamental de los silicatos.

CUARZO (SiO_2) Sílica cristalina. Está conformado exclusivamente por tetraedros de sílica y su peso específico es de 2.65. Incoloro, blanco nublado o humo y fractura en forma concoidea. Es insoluble en ácido.

El cuarzo está presente en la mayor parte de las rocas: ígneas ácidas, metamórficas y sedimentarias silíceas; conforma venas y diques; es muy resistente tanto mecánicamente como frente a la descomposición.

CALCEDONIA: variedad de cuarzo (SiO_2) Sílica criptocristalina (partículas minerales muy pequeñas). Color gris claro, lustre opaco o seroso. Es un mineral secundario muy común en rocas ígneas silíceas alteradas, especialmente las vítreas de grano fino; también abunda en calizas y en rocas sedimentarias silíceas como el chert. Es insoluble en ácido.

ÓPALO ($SiO_2 . H_2O$) Sílica amorfa, hidratada. Generalmente incoloro o blanco. Y lustre seroso a vítreo. Es insoluble en ácido. Mineral secundario por alteración de silicatos formado muchas veces por alteración hidrotermal que se introduce en grietas de las rocas. Se forma en ambientes donde la sílica disuelta es depositada rápidamente a partir de soluciones.

3.1.1.2 Sub-grupo FELDESPATOS:

Comprende la Ortoclasa $KAl\ Si_3\ O_8$ y la serie de las Plagioclasas: (Ab) a, $Al\ Si_3\ O_8$ - (An) $Ca\ Al_2\ Si_2\ O_8$.

La ortoclasa es un mineral de color blanco, rosado o grisáceo y de lustre vítreo. Es insoluble en ácido. Por alteración da lugar a minerales arcillosos, sericita y cuarzo criptocristalino. (cristales muy pequeños).

La serie de las plagioclasas está integrada por 6 minerales. Anortita (Ca), Bitownita (Ca >Na). Labradorita (Ca >Na), Andesita (Na=Ca), Oligoclasa (Na>Ca) y Albita (Na). En esta serie se presenta una sustitución isomorfa: La Anortita (Ca), que cristaliza a alta temperatura y la Albita (Na), que cristaliza a baja temperatura, constituyen los extremos de esa serie, en la cual el calcio se sustituye gradual y progresivamente por sodio.

Los feldespatos constituyen lon los minerales más abundantes dentro de los silicatos y constituyen el 50% de los minerales de la corteza terrestre. En estos minerales, todos los iones de oxígeno de los tetraedros, están compartidos con los de oxígeno adyacentes, conformando retículos tridimensionales en los cuales el aluminio reemplaza parcialmente al silicio en diferentes proporciones según el tipo de feldespatos.

Debido a esta sustitución, resulta una carga eléctrica compensada por introducción de iones de potasio K, sodio Na, o calcio Ca, en la estructura. Las proporciones de potasio, sodio, y calcio quedan determinadas por la temperatura a la cual ocurrió la cristalización.

3.1.1.3 Sub-grupo MICAS

Moscovita (Mica Blanca) $K\ Al_3\ Si_3\ (OH)_2$
Posee la misma estructura cristalina básica de la biotita, pero cada par de láminas de tetraedros de silica está fuertemente unida por iones de aluminio, lo cual la hace más estable. Estas láminas dobles a su turno están débilmente unidas por iones positivos de potasio por lo cual presentan un clivaje perfecto y fácil exfoliación.

En estos silicatos los tetraedros de sílica se unen mediante iones de hierro y magnesio para dar lugar a su estructura cristalina característica. El hierro puede ser intercambiado por el magnesio, gracias a que estos iones poseen el mismo tamaño e igual carga negativa.

Biotita (Mica negra). $K (Fe\ Mg)_3\ Al\ Si_3\ O_{10}\ (OH)_2$
Tetraedros de sílica dispuestos en placas o láminas, en las cuales cada ión de silicio comparte 3 iones de oxígeno con sus adyacentes de silicio, formando una malla, el cuarto ión de oxígeno no compartido de cada tetraedro, sobresale del plano cristalino entre todos los demás.

La unidad estructural básica de esta mica está constituida por láminas dobles de tetraedros de sílica unidas por iones positivos de hierro y magnesio, las cuales a su vez están unidas débilmente por iones positivos de potasio.

3.1.1 .4 Sub-grupo OLIVINO $(Mg, Fe)_2\ SiO_4$.

En este mineral los tetraedros de sílica, están ligados con iones positivos de hierro y magnesio.

3.1.1.5 Subgrupo PIROXENO-AUGITA. $(Mg, Fe)\ SiO_3$

Conforma cadenas aisladas de tetraedros de sílica enlazados mediante iones de hierro y magnesio. En las rocas, la augita se presenta en forma de granos cortos y gruesos.

3.1.1.6 Subgrupo: A FIBOLES-HORBLENDA $(Ca_{2\ (}\ Mg, Fe)Si_8\ O_{10}\ (OH)_2$

Cadenas dobles de tetraedro de sílica, enlazados mediante iones de hierro magnesio calcio sodio y aluminio. En las rocas se parece a la Augita pero sus granos son más largos y delgados.

3.1.2 Silicatos (Minerales de Alteración)

El Ingeniero debe aprender a reconocer algunos minerales de alteración, debido a que imparten inestabilidad, tales como la clorita, la vermiculita, el talco, la serpentina y la sericita.

Clorita (Mica hidratada de Aluminio y hierro)

Silicato hidratado de aluminio con hierro ferroso y magnesio, formado por alteración hidrotermal de algunas rocas ígneas, (a partir de anfibol y piroxeno), o como mineral constituyente de pizarras y esquistos principalmente. Se reconoce por presentarse en láminas o escamas de color verde.

Vermiculita (Mica hidratada de hierro y magnesio)

Este mineral se forma por alteración de la biotita y tiene tendencia a expandirse cuando se calienta. Su color es marrón bronceado o gris y se parece a la biotita pero su lustre es opaco y se presenta en láminas blandas, flexibles, no elásticas.

Talco (mineral micáceo de magnesio)
Es un silicato hidratado de magnesio que se forma por alteración de rocas ígneas básicas como el basalto y la peridotita. También puede ser un mineral constitutivo en esquistos talcosos. Se puede rayar con la uña y es grasiento al tacto, su color varía entre blanco plateado a verde.

Serpentina
Es un mineral que resulta de la alteración de rocas que contiene bastante magnesio como el olivino. También es el mineral principal de las rocas llamadas serpentinita. Se parece algo al talco; al tacto es suave o grasiento y su color mancha las rocas de verde amarillento, marrón, rojizo y tintes oscuros.

Sericita (variedad de moscovita)
Este mineral es una variedad de moscovita producto de alteración hidrotermal de los feldespatos. Se presenta en escamas o láminas de color blanco plateado. Algunos silicatos pueden identificarse en muestras de rocas graníticas, gracias a ciertos aspectos claves tal como se indica en la Tabla XVII para el cuarzo y los feldespatos y en la Tabla 6 para los minerales ferromagnesianos.

Dentro del sub-grupo de los silicatos formados por alteración se destacan los minerales arcillosos (silicatos hidratados de aluminio, hierro, etc los cuales se estudian más adelante.

3.2 Óxidos e Hidróxidos

Resultan de la unión directa de un metal con el Oxígeno en presencia o no del agua. Estos minerales presentan estructuras más simples. Son más duros que cualquier otro mineral, exceptuando los silicatos y más pesados exceptuando los sulfuros.

Los óxidos más importantes son el Corindón ($Al_2 O_3$) y la Hematita ($Fe_2 O_3$). Entre los hidróxidos se destacan el hidróxido de Hierro: Limonita o Goetita Fe (OH) y el Hidróxido de Aluminio o Gibsita Al $(OH)_3$, minerales abundantes en los suelos lateríticos.

3.2.1 Hematita (Oxido de Hierro) ($Fe_2 O_3$)

Se presenta en forma de escamas de color rojizo marrón a negro y raya de olor rojo marrón. No presenta clivaje y su brillo es sub-metálico a terroso. Soluble en ácido concentrado.

Abunda como mena o depósito concentrado de hierro y pigmenta las rocas que se oxidan. Abunda también en suelos lateríticos y algunas rocas sedimentarias en forma de cemento mineral.

.

3.2.2 Limonita o Goetita (HIDRÓXIDO DE HIERRO) FeO (OH)

Este mineral se presenta en forma compacta, fibrosa. Es de color marrón amarillo rojizo y raya marrón rojiza. Abunda en suelos residuales y en forma diseminada o como cementante de algunas rocas sedimentarias.

3.2.3 Gibsita (hidróxido de aluminio) $Al(OH)_3$

Es un mineral de grano muy fino que abunda en depósitos de bauxita.

3.3 Carbonatos

En estos minerales el ion carbonato, que consta de un ion de carbono y 3 de oxígeno a su alrededor $(CO_3)_2$ -, se unen con el Ca o el Mg dando lugar a la calcita y a la dolomita.

Calcita $Ca(CO)_3$
Es un mineral muy abundante: componente de la caliza (roca sedimentaria) y el mármol (roca metamórfica); cementante mineral muy común y presente en venas y diques.
En las rocas se presenta en forma granular; es incolora o de varios colores por impurezas; lustre vítreo y soluble en ácido diluido. También se puede presentar como cristales romboédricos individuales.

Dolomita $CaMg(CO_3)_2$
Es el principal componente mineral de la dolomita, las calizas dolomíticas y algunos mármoles. Es incolora o de varios colores por impurezas. Lustre vítreo. Disuelve con dificultad en HCl diluido.

3.4 Sulfatos

Por su parte el ion sulfato consta de 1 ion de azufre y 4 de oxígeno = $(SO_4)_2$ -combinan con Ca en la anhidrita. El sulfato de calcio no hidratado se le llama yeso.

Anhidrita SO_4Ca

Mineral o roca del grupo de las evaporitas. Incoloro a blanco rosado; lustre vítreo. Se asocia en los depósitos con sal, yeso y carbonatos.
Yeso $SO_4Ca.2H_2O$

Otro mineral o roca del grupo de las evaporitas donde se asocia con anhidrita o sal. También abunda en venas o cavidades de rocas lodosas o depósitos de origen hidrotermal.

.3. 5 Sulfuros

Resulta de la unión del Pb, el Fe, u otros elementos semejantes con el S.

El principal sulfuro es la pirita, (Sulfuro de Hierro).

Pirita Fe_2S

Mineral amarillento con manchas gris, verde o rojizo; lustre resinoso; se asocia a las evaporitas con el yeso, anhidrita o calcita. Tambien es frecuente como mineral accesorio de algunas rocas lodosas u otras rocas.

4. IMPORTANCIA DE LA MINERALOGÍA EN INGENIERÍA

El interés del ingeniero por la composición mineral e las rocas se sitúa en dos aspectos generales de su interés.

La dureza de los minerales.

Si la mayoría de los minerales son duros y resistentes, (con calcita, cuarzo o feldespato por ejemplo), las rocas son muy resistentes y poco deformables (ej. Cuarcita). Rocas de ese tipo se deforman muy poco cuando se someten a carga y fallan súbitamente.
Si la roca posee solo minerales débiles (micas, arcillas) cuando se somete a carga se comporta débilmente y su resistencia es baja (ej. Arcillolita).

El carácter de muchos minerales conduce a múltiples comportamientos.

Algunos minerales muestran comportamientos especiales: abrasivos (cuarzo); expansivos (montmorillonita); desleneables (clorita, sericita); solubles (caliza).

Otros reaccionan de manera desfavorable frente al clima: las rocas cristalinas básicas (ej basalto, diabasa) son más susceptibles que las rocas cristalinas ácidas (ej granito)

Otros reaccionan o se comportan desfavorablemente frente a ciertas solicitaciones: el cuarzo repele al asfalto en los pavimentos y no liga bien en esas estructuras; la sílice amorfa (calcedonia, ópalo) reacciona con los álcalis de los cementos deteriorando los concretos.

En la tabla 1 se destacan algunas características de comportamiento de los minerales en ingeniería.

TABLA 1 IMPORTANCIA DE LOS MINERALES EN INGENIERIA

Comportamiento de algunos minerales en Ingeniería

Mineral	Comportamiento
Cuarzo	*Muy abrasivo*, (costo alto de perforaciones y excavaciones mecánicas) Las rocas con mucho cuarzo, especialmente si son cristalinas, poseen *pobre adherencia con el asfalto* en los pavimentos.
Calcedonia (>5%), ópalo (> 0,25%), cuarzo molido o muy fracturado, illita	En el proceso de fraguado del concreto estos minerales reaccionan con los álcalis de los cementos(Na_2O, K_2O), liberados en la hidratación; se originan geles que provocan expansión y agrietamiento del concreto[1] en lo que se conoce como *reacción álcali-agregado*
Clorita, sericita, vermiculita, talco, Serpentina	Minerales *desleibles* en presencia del agua
Halita, Calcita	Minerales *solubles*
Pirita, marcasita	Cuando se emplean como agregados en concretos los sulfuros *se oxidan y luego se hidratan, con un incremento importante de volumen*. Aparecen manchas y ampollas en las estructuras.
Yeso	Junto con otras sales puede producir *dilatación y desintegración del concreto.*
Montmorillonita	*Expandible* en presencia del agua
Haloisita y Alofana	Minerales de alteración de cenizas volcánicas en ambientes húmedos[2], *que se fluidifican cuando se remoldéan.*

[1] Cementos con menos del 0,6% de álcalis no reaccionan desfavorablemente. También se evita la reacción álcali-agregado cuando el material reactivo está mezclado con bastante material inerte o si adiciono puzolanas. El chert y las limonitas silíceas; las rocas volcánicas como riolita, dacita y andesita con abundante vidrio y las filitas con abundante illita, se cuentan entre las rocas que poseen minerales reactivos; igualmente las rocas basálticas con más del 5% de minerales secundarios como calcedonia u ópalo, o algunas areniscas y cuarcitas con más del 5% de chert.

[2] Estos minerales propios de los suelos llamados andosoles, se forman por descomposición de cenizas volcánicas. Con alto contenido de humedad, altos límites liquido y plástico y bajo índice de plasticidad. Son muy inestables cuando se remoldean, debido a que cuando se perturban (excavaciones, rellenos), su plasticidad se incrementa significativamente y entonces fluyen. Muchos problemas de estabilidad de taludes y de rellenos en el viejo Caldas, se deben a la presencia de estos suelos.

RECONOCIMIENTO DE LOS MINERALES EN CAMPO Y EN EL LABORATORIO

Se adjuntan algunas tablas para facilitar el reconocimiento de los minerales en el Campo y en el laboratorio.

Tabla 5 Identificación de Cuarzo y Feldespato

CARACTERÍSTICAS	FELDESPATO	CUARZO
Color	Blanco, o rosado	Gris ahumado
Transparencia	Opaco	Translucido o transparente
Clivaje	Bueno. Dos caras formando Entre ellas un ángulo de 90° Rotando la muestra es fácil distinguir las caras.	No se identifican caras
Forma del cristal	Paralelipípedo	Sin forma
Maclado	Frecuente: Con una lupa se observan diminutas líneas paralelas muy juntas	No se presenta maclado
Lustre	Porcelanáceo, algo opaco si la muestra está alterada.	Vítreo

Tabla 6 Identificación de los minerales ferromagnesianos

Mineral	Características
Augita	Color verde oscuro. Puede presentarse en granos o masas, o cristales cortos y gruesos, con sección cuadrada o rectangular.
Horblenda	Color verde oscuro como la Augita, pero generalmente los cristales son hojosos delgados y largos, con extremos irregulares
Olivino	Raras veces forma cristales; se presenta como granos o masas y su color es verde oliva a verde amarillento
Mica Biotita	Laminillas o escamas brillantes negras flexibles que se pueden separar con facilidad de la muestra

ALGUNAS CLAVES SENCILLAS PARA EL RECONOCIMIENTO DE MINERALES	
SILICATOS	
Olivino, Augita y Horblenda	Los tres poseen color verde a negro; se diferencian por su forma (olivino: granular; augita: barritas gruesas y cortas; Horblenda barritas largas y delgadas. Su densidad varía entre 2.8 y 3.2 (más pesado el olivino)
Biotita, Moscovita	Ambas se ven como laminillas flexibles. La biotita es de color verde oscuro, café o negro. La moscovita es de color amarillo claro o rojizo. En general no se dejan rayar con la uña pero este criterio no es seguro.
Feldespato, Cuarzo	El cuarzo raya al feldespato y a cualquier otro mineral común. Mientras el feldespato es de color blanco, rosado; el cuarzo es gris ahumado. Mientras el feldespato es transparente; el cuarzo es traslúcido: Mientras el cristal de feldespato presenta bordes claros; el de cuarzo no los presenta. Mientras el lustre o brillo del feldespato es como el de la porcelana; el del cuarzo es vítreo. Además, el feldespato es más abundante.
ÓXIDOS E HIDRÓXIDOS	
Hematina y Limonita	La Hematina es de color rojo a pardo oscuro y su raya es rojiza parda La limonita es de color amarillo a pardo y su raya es parda amarillenta
CARBONATOS	
Caliza	Se deja rayar con la navaja y muestra efervescencia en ácido diluido; los cristales son romboédricos :
SULFATOS	
Yeso	Es incoloro a blanco y se deja rayar con la uña; algo fibroso
SULFUROS	
Pirita	Color amarillo latón (oro de los tontos) y raya de color verde oscuro a negro; cristales cúbicos

ELEMENTOS Y MINERALES DE INTERES EN INGENIERIA CIVIL

ELEMENTOS NATIVOS		
Azufre	S	No metal, amarillento y frágil, fabricación pólvora negra, fósforos y ácido sulfúrico. Se presenta en depósitos del tipo evaporitas, asociado con yeso, anhidrita, calcita, etc. y en depósitos fumarólicos asociado con rocas volcánicas, también como producto de oxidación de sulfuros.
Cobre	Cu	Metal maleable, color rojo característico, se usa en la fabricación de monedas, vasijas y muchas artesanías, alambres de conducción, aleaciones (latón es cobre con zinc, bronce es cobre con estaño) como sulfato sirve para combatir los hongos de los viñedos.
Diamante	C	No metal; carbono químicamente puro; puede ser transparente, turbio u opaco; se talla en brillantes de gran valor; los diamantes turbios (bort) se usan para cortar vidrio, tornear piezas y estirar alambre fino; pulverizado se usa como esmeril para tallar diamantes y otras piedras duras; el de tipo carbonado se usa para la fabricación de brocas de perforación.
Grafito	C	Forma de carbono de alta presión; se presenta en masas hojosas o granulares; es opaco, posee brillo metálico y es muy blando (tiñe con facilidad); el tipo hojoso se usa para crisoles y lubricantes, el terroso para fabricar lápices, electrodos, varillas negras para pilas, colorante y en la industria del hierro, acero y fundición.
Mercurio	Hg	Unico metal líquido a temperatura ordinaria, color blanco, brillo metálico, se presenta en forma de goticas; se usa en la fabricación de termómetros y barómetros, espejos, fieltros y pinturas de barco; se amalgama con el oro por lo que se emplea para separarlo de los minerales que lo acompañan.
Oro	Au	Metal precioso maleable; se explota en minas de yacimientos primarios hidrotermales combinado con cuarzo en rocas profundas, en eruptivas o en tobas, si bien la mayor parte procede de placeres (aluviones). Es muy conocido su uso en joyería y monedas, aleado con cobre o como reserva bancaria en barras.
Plata	Ag	Otro metal maleable precioso; se explota en filones principalmente en menas de galena; tiene usos semejantes al oro pero es metal menos codiciado.
Platino	Pt	También maleable, se presenta en granos o pepitas de color gris acero y brillo metálico.

SILICATOS: COMPUESTOS DE SILICA AISLADA O COMBINADA CON METALES

MINERALES				
	Cuarzo	SiO_2	El más abundante y resistente a la meteorización	Generalmente no se descompone; en casos especiales da lugar a sílice disuelta (ambientes con pH > 9)
			Variedades: calcedonia y ópalo; en forma cristalina adhiere con dificultad con los asfaltos en los pavimentos; las variedades citadas reaccionan con los álcalis de los cementos en los concretos, deteriorándolos.	
Feldespatos	Ortoclasa	K, Na, Al	Abunda en rocas ígneas alcalinas, metamórficas y clásticas.	Se altera a arcillas (illita) y sericita principalmente
	Plagioclasa	Ca, Na, Al	Abunda en rocas ígneas de cualquier tipo y según el tipo, ayuda a clasificarlas; la variedad cálcica abunda en las metamórficas.	Se altera a minerales arcillosos, sericita y la variedad cálcica a calcita
Micas	Moscovita (Mica blanca)	K, Al	Abunda en rocas ígneas alcalinas y metamórficas como neises y esquistos y en algunas rocas clásticas.	Por hidratación y lavado se pueden convertir en illita (arcilla). La sericita se considera una variedad de moscovita.
	Biotita (Mica negra)	K, Mg; Fe; Al	Abunda en muchas rocas ígneas y metamórficas. En sedimentos como biotita hidratada o vermiculita.	Por hidratación y lavado pasa a vermiculita. También a clorita, epidota y carbonatos.
Anfíboles	Hornblenda	Ca, Na, Mg, Fe, Mn, Al	Abunda en rocas intermedias como Diorita y Andesita también en rocas metamórficas como anfibolita y en algunas clásticas.	Se altera a clorita, epidota, carbonatos, óxidos de hierro (hematita).
Piroxenos	Augita	Ca, Mg, Fe, Al	Abunda en rocas ígneas básicas y metamórficas máficas de alto grado.	Se altera a clorita, epidota, carbonatos, y hematita.
Olivinos	Olivino	$(Mg\ Fe)_2\ SiO_4$	Abunda en rocas ígneas básicas y ultrabásicas y metamórficas de origen calcáreo.	Junto con la augita se alteran a serpentina; también es común su alteración a talco.

Nota: Las rocas ferromagnesianas en general en condiciones de buen drenaje, dan lugar a hidróxidos de aluminio (gibsita) y hierro (goetita o limonita), a partir de minerales como biotita, hornblenda, augita y olivino.

GRUPO ARCILLAS (SILICATOS HIDRATADOS)			
Alofana Substancia amorfa	Silicato hidratado de Alluminio	Amorfa; frecuente en grietas y fisuras en capas de carbón y muchas rocas volcánicas alteradas de la Cordillera Central de Colombia.	**Estructuras de las arcillas cristalinas:** Lámina de Sílica Lámina de Alúmina CAOLINITA 1 : 1 ILLITA 2 : 1 MONTMORILLONITA 2 : 1 Potasio Agua
Caolinita Substancia cristalina	Silicato hidratado de Aluminio	1:1 sílice/alúmina; en ambientes bien drenados; procede de rocas ácidas e intermedias (Cordillera Central), por hidrólisis o alteración hidrotermal de feldespatos.	
Haloisita	(Al, Si) *	Es una variedad de caolinita no hidratada, constituida por cristales tubulares, por lo cual es muy liviana.	
Haloisita hidratada	$(*)4H_2O$	Debido a su baja densidad e inestabilidad en procesos de secado, es problemática en la construcción de terraplenes.	
Metahaloisita	$(*)2H_2O$	La forma hidratada de haloisita por secado pasa irreversiblemente a metahaloisita.	
Montmorillonita	Al, Mg, Na, Si	2:1 sílica/alúmina; se forma en ambientes de pobre drenaje a partir de rocas cristalinas básicas como diabasas y basaltos en zonas de la Cordillera Central y región norte del país.	
Illita	Al, K	2:1 sílica/alúmina, semejante a la moscovita.	

GRUPO ÓXIDOS		
Corindón	Al_2O_3	Se forma en rocas metamórficas y algunos basaltos; los rubíes y zafiros constituyen las variedades nobles del corindón, en forma impura se usa como esmeril.
Hematita	Fe_2O_3	Óxido color rojizo sangre; abunda en todo tipo de rocas como producto de alteración de minerales primarios ferromagnesianos y como cementante en las lateritas.

GRUPO HIDRÓXIDOS		
Gibsita	$Al(OH)_3$	Hidróxido de aluminio incoloro. Se le llama también Bauxita y se forma por alteración de silicatos ricos en aluminio en ambientes cálidos y húmedos.
Goetita (Limonita)	$Fe_2O_3 \bullet n\ H_2O$	Hidróxido color rojizo, marrón o amarillento ampliamente distribuido en rocas descompuestas y en forma diseminada o como cementante en rocas sedimentarias.

Nota: En condiciones de pobre drenaje el grado de meteorización es bajo y se forman minerales como clorita, sericita, y vermiculita, a partir de minerales ferromagnesianos; con más drenaje (meteorización moderada), se forma la montmorillonita y en condiciones óptimas de drenaje, los suelos lateríticos (ricos en caolinita, bauxita y goetita).

GRUPO CARBONATOS		
Calcita	$Ca\ CO_3$	Es un mineral incoloro o de colores variados, dependiendo de las impurezas que contenga; es el principal componente de las calizas y mármoles, y un cemento mineral de muy buena calidad, es muy frecuente como venas y otros rellenos de grietas.
Dolomita	$Ca\ Mg\ (CO_3)_2$	Aspecto semejante a la calcita; se presenta como mineral original en calizas dolomitas y mármoles o como mineral de reemplazo cuando estas mismas rocas son dolomitizadas. Al igual que la caliza es un producto de alteración de minerales ferromagnesianos de rocas ígneas y metamórficas e igualmente se puede presentar como relleno de grietas.

GRUPO SULFATOS		
Anhidrita	$CaSO_4$	Mineral incoloro, blanco o rosado de lustre vítreo; se asocia con el yeso, sal o carbonatos en depósitos de evaporitas.
Yeso	$CaSO_4 \bullet 2H_2O$	Incoloro o blanco de lustre perlado; se presenta asociado en las evaporitas con la sal y la anhidrita; también en venas de origen hidrotermal o formando capas delgadas en rocas sedimentarias.

GRUPO SULFUROS		
Pirita	FeS_2	Mineral muy común en venas reemplazos o diseminado en muchos tipos de rocas: es perjudicial en los concretos al igual que el resto de sulfuros porque al oxidarse puede dar lugar al ácido sulfúrico que lo ataca y deteriora.
Calcopirita	$Cu\ Fe\ S_2$	Color amarillento y lustre metálico; ocurrencia y características semejantes a la pirita y otros sulfuros.
Galena	$Pb\ S$	Mineral grisáceo y opaco de lustre metálico semejante a los dos anteriores en cuanto a su ocurrencia y características.